

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-187159

(43)Date of publication of application : 04.07.2000

(51)Int.Cl.

G02B 15/16
G02B 13/18
G02B 15/167
G02B 17/08

(21)Application number : 10-365722

(71)Applicant : ASAHI OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 22.12.1998

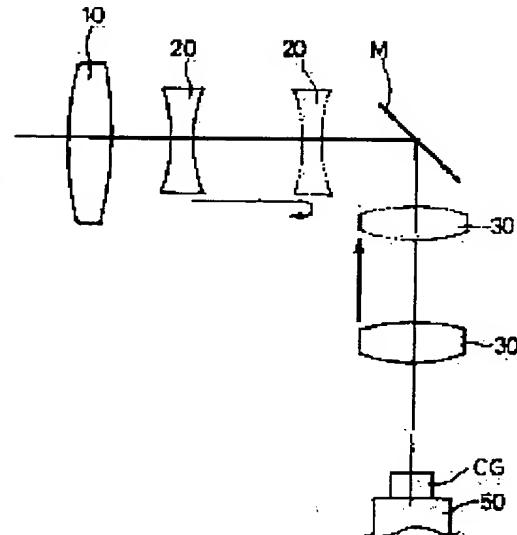
(72)Inventor : OZAKI HIROYASU
ITO TAKAYUKI

(54) ZOOM LENS SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make a camera using a zoom lens small in size, especially, in the depth direction by arranging a mirror folding an optical axis between lens groups moving in the case of zooming.

SOLUTION: This zoom lens system is constituted of a positive 1st lens group 10, a negative 2nd lens group 20 and a positive 3rd lens group 30 in order from an object side, and the mirror M is arranged between the 2nd and the 3rd lens groups 20 and 30. Zooming is performed by moving the 2nd and the 3rd lens groups 20 and 30 in an optical axis direction. That is, the 2nd and the 3rd lens groups 20 and 30 are movable variable power lens groups. The mirror M is arranged between the movable variable power lens groups 20 and 30, that is, the lens groups moving together in the case of zooming so as to fold the optical axis by 90°. The mirror M is immovable. Then, an imaging device 50 is arranged on an image-formation surface through a cover glass CG. Thus, the miniaturization of the camera, especially, in the depth direction is advantageously realized.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsibl for any
damag s caused by the us of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The zoom lens system characterized by having arranged the mirror which bends an optical axis between the lens group which moves in the case of zooming, and a lens group in the zoom lens system which consists of two or more lens groups.

[Claim 2] The zoom lens system which satisfies the following conditional expression (1) in a zoom lens system according to claim 1.

(1) The air interval from which $0.3 < D_{min}/ft < 0.8$ however the lens group in front of a $D_{min}=Da+DbDa$; mirror, and the interval based on mirrors (it is the same the intersection of a lens optical axis and the reflector of a mirror and the following) serve as the minimum, the air interval from which the interval of Db ; mirror center and the lens group just behind a mirror serves as the minimum, ft; the focal distance of the whole system in a long focal distance edge.

[Claim 3] The zoom lens system which is a zoom lens system which become order from the positive 1st lens group, the negative 2nd lens group, and the positive 3rd lens group from a body side, it is made to move the 2nd lens group and the 3rd lens group in the direction of an optical axis, and carries out zooming to it, and is characterized by having arranged the mirror which bends an optical axis between the 2nd lens group and the 3rd lens group.

[Claim 4] The zoom lens system which satisfies the following conditional expression (2) in a zoom lens system according to claim 3.

(2) The air interval from which the interval of $0.3 < D_{min}/ft < 0.8$, however the $D_{min}=Da+DbDa$; 2nd lens group and a mirror center serves as the minimum, the air interval from which the interval of Db ; mirror center and the 3rd lens group serves as the minimum, ft; the focal distance of the whole system in a long focal distance edge.

[Claim 5] The zoom lens system which satisfies the following conditional expression (3), (4), and (5) in a zoom lens system according to claim 3 or 4.

(3) $0 < -10Z2/-\log 10 \text{of log}(s) Z < 0.4(4)0.2 < fw/f3 < 0.6 (5) -1.3 < m3t < -0.8$ --- however $Z2=m2t/m2w$, $Z=ft/fw$, $m2t$; The lateral magnification of the 2nd lens group in a long focal distance edge, The focal distance of the focal distance $f3$; 3rd lens group of the whole system in the focal distance of the whole system in the lateral magnification of the 2nd lens group in an $m2w$; short focal distance edge, and ft ; length focal distance edge, and a fw ; short focal distance edge, $m3t$; lateral magnification of the 3rd lens group in a long focal distance edge.

[Claim 6] The zoom lens system which is a zoom lens system which become order from the positive 1st lens group, the negative 2nd lens group, the positive 3rd lens group, and the positive 4th lens group from a body side, it is made to move the 2nd lens group and the 3rd lens group in the direction of an optical axis, and carries out zooming to it, and is characterized by having arranged the mirror which bends an optical axis between the 2nd lens group and the 3rd lens group.

[Claim 7] The zoom lens system which satisfies the following conditional expression (6) in a zoom lens system according to claim 6.

(6) The air interval from which the interval of $0.3 < D_{min}/ft < 0.8$, however the $D_{min}=Da+DbDa$; 2nd lens group and a mirror center serves as the minimum, the air interval from which the interval of Db ; mirror center and the 3rd lens group serves as the minimum, ft; the focal distance of the

whole system in a long focal distance edge.

[Claim 8] The zoom lens system which satisfies the following conditional expression (7), (8), and (9) in a zoom lens system according to claim 6 or 7.

(7) $0 < -10Z2 - \log_{10} f_w \log(s) Z < 0.4$ (8) $0.2 < f_w/f(3-4) < 0.6$ (9) $0.6 - 1.3 < m3t < -0.8$ — however
 $Z2 = m2t/m2w$, $Z = ft/fw$, $m2t$; The lateral magnification of the 2nd lens group in a long focal distance edge, Lateral magnification of the 2nd lens group in an $m2w$; short focal distance edge, ft ; The focal distance of the whole system in a long focal distance edge, The focal distance of the whole system in a fw ; short focal distance edge, the synthetic focal distance of the 3rd lens group in an $f(3-4)$ w ; short focal distance edge, and the 4th lens group, $m3t$; lateral magnification of the 3rd lens group in a long focal distance edge.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damage caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] this invention relates to the zoom lens system used for a small video camera, a digital camera, etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally, a zoom lens system needs to secure the move space of a lens group where it moves in order to carry out zooming, and tends to become long compared with a single focal lens. Therefore, there is a limitation in size shortening of the depth direction of the camera which uses a zoom lens.

[0003] Furthermore, high resolutionization is progressing and a digital camera etc. has the inclination to also enlarge optical system in recent years, by enlargement of the screen size (image size of a lens) of image pick-up elements, such as CCD accompanying it. Although there is a lens collapsible mount type which contains a lens inside a camera as a means to miniaturize the camera carrying the zoom lens, at the time of power supply OFF, a mechanism is complicated and disadvantageous in respect of cost etc.

[0004]

[Objects of the Invention] this invention aims at the thing of the camera which uses a zoom lens for which especially the size of the depth direction is miniaturized.

[0005]

[Summary of the Invention] In order to shorten the size of the depth direction of a camera, this invention considers view of bending the optical axis of a zoom lens system on the way by the mirror, and the arrangement position of the mirror, and is completed.

[0006] That is, this invention is characterized by having arranged the mirror which bends an optical axis between the lens group which moves in the case of zooming, and a lens group in the zoom lens system which consists of two or more lens groups.

[0007] In order to arrange a mirror in a suitable position, it is desirable to satisfy the following conditional expression (1).

(1) $0.3 < D_{min}/ft < \dots$ the air interval from which 0.8 however $D_{min}=D_a+D_b$, the lens group in front of D_a ; mirror, and the interval based on mirrors (the same the intersection of a lens optical axis and the reflector of a mirror and the following) serve as the minimum, the air interval from which the interval of D_b ; mirror center and the lens group just behind a mirror serves as the minimum, and the focal distance of the whole system in ft ; length focal distance edge \dots come out

[0008] Moreover, this invention is characterized by having arranged the mirror which bends an optical axis between the 2nd lens group and the 3rd lens group in the zoom lens system of 3 group type which becomes order from the positive 1st lens group, the negative 2nd lens group, and the positive 3rd lens group from a body side, is made to move the 2nd lens group and the 3rd lens group to it, and more specifically carries out zooming to it.

[0009] It is desirable that it is satisfied [with this operation form] of the following conditional expression (2) in order to arrange a mirror in a suitable position.

(2) The air interval from which $0.3 < D_{min}/ft < 0.8$ however $D_{min}=D_a+D_b$, the D_a ; 2nd lens group, and the interval based on mirrors serve as the minimum, the air interval from which the interval

of D_b ; mirror center and the 3rd lens group serves as the minimum, f_t ; it is the focal distance of the whole system in a long focal distance edge.

[0010] Furthermore, in order to raise the lens performance of the zoom lens system of this 3 group composition, it is desirable to satisfy the following conditional expression (3), (4), and (5).
 $(3) 0 < -10Z2 - / \log 10 \text{ of } \log(s) Z < 0.4$ (4) $0.2 < f_w / f_3 < 0.6$ (5) $-1.3 < m_3 t < -0.8$ — however
 $Z_2 = m_2 t / m_2 w$, $Z = f_t / f_w$, $m_2 t$; The lateral magnification of the 2nd lens group in a long focal distance edge, the focal distance of the whole system in the lateral magnification of the 2nd lens group in an $m_2 w$; short focal distance edge, and a f_w ; short focal distance edge, the focal distance of the f_3 ; 3rd lens group, and the lateral magnification of the 3rd lens group in an $m_3 t$; length focal distance edge — it comes out

[0011] Furthermore, the 1st lens group positive to the order from a body side with mode with another this invention, In the zoom lens system of 4 group type which consists of the negative 2nd lens group, the positive 3rd lens group, and the positive 4th lens group, is made to move the 2nd lens group and the 3rd lens group, and carries out zooming It is characterized by having arranged the mirror which bends an optical axis between the 2nd lens group and the 3rd lens group.

[0012] In order to arrange a mirror in a suitable position, it is desirable to satisfy the following conditional expression (6).

(6) $0.3 < D_{\min} / f_t < -$ the air interval from which 0.8 however $D_{\min} = D_a + D_b$, the D_a ; 2nd lens group, and the interval based on mirrors serve as the minimum, the air interval from which the interval of D_b ; mirror center and the 3rd lens group serves as the minimum, and the focal distance of the whole system in f_t ; length focal distance edge — come out

[0013] In order to raise the lens performance of the zoom lens system of this 4 group composition, it is desirable to satisfy the following conditional expression (7), (8), and (9).
 $(7) 0 < -10Z2 - / \log 10 \text{ of } \log(s) Z < 0.4$ (8) $0.2 < f_w / f_{(3-4)} < 0.6$ (9) $w < 0.6 - 1.3 < m_3 t < -0.8$ — however
 $Z_2 = m_2 t / m_2 w$ $Z = f_t / f_w m_2 t$; The lateral magnification of the 2nd lens group in a long focal distance edge, Lateral magnification of the 2nd lens group in an $m_2 w$; short focal distance edge, f_t ; The focal distance of the whole system in a long focal distance edge, the focal distance of the whole system in a f_w ; short focal distance edge, the synthetic focal distance of the 3rd lens group in an $f_{(3-4)}$ w ; short focal distance edge, and the 4th lens group, and the lateral magnification of the 3rd lens group in an $m_3 t$; length focal distance edge — it comes out

[0014]

[Embodiments of the Invention] Drawing 1 is the operation form which applied this invention to the zoom lens system of 3 group composition. This zoom lens system becomes order from the positive 1st lens group 10, the negative 2nd lens group 20, and the positive 3rd lens group 30 from a body side, and Mirror M is arranged between the 2nd lens group 20 and the 3rd lens group 30. Zooming is moved in the direction of an optical axis, and performs the 2nd lens group 20 and the 3rd lens group 30. That is, the 2nd lens group 20 and the 3rd lens group 30 are movable variable power lens groups. Both the mirrors M are arranged between the lens groups which move in the case of zooming between these movable variable power lens groups 20 and 30 that is, and bend 90 degrees of optical axis. Mirror M is immobility (fixation). In the image formation side, the image pick-up element 50 is arranged through cover glass CG.

[0015] In a zoom lens system, although there is an example which bends an optical axis by the body or image side rather than a movable variable power lens group until now, it is inadequate for the miniaturization of a camera. On the other hand, since the optical axis was bent between the lens group which this invention moves in the case of zooming as above-mentioned, and the lens group, it is advantageous to the miniaturization of a camera, especially the miniaturization of the depth direction of a camera. Moreover, it is possible to raise the flexibility on a design further by that cause.

[0016] When a mirror is used for a reflector, there is an advantage that a reflector with smoothness high comparatively cheaply is obtained. Moreover, a mirror can perform eccentric adjustment of optical system.

[0017] Conditional expression (1) is the conditions for arranging a mirror in a suitable position. If the upper limit of conditional expression (1) is exceeded, since the lens group interval by which a

mirror is arranged will become large too much, a lens overall length also becomes large as a result, and it becomes impossible to miniaturize a camera. If the minimum of conditional expression (1) is exceeded, the mirror for bending an optical axis and the lens group before and behind it will interfere.

[0018] Conditional expression (2) – (5) is the conditions over the zoom lens system of 3 group composition. The example of the move locus of the zoom lens system of 3 group composition of the positive-lens group 10, the negative-lens group 20, Mirror M, and the positive-lens group 30 was shown sequentially from the body side shown in drawing 26 at drawing 1.

[0019] Conditional expression (2) is the conditions for arranging a mirror in a suitable position. If the upper limit of conditional expression (2) is exceeded, since the air interval of the 2nd lens group and the 3rd lens group will become large too much, a lens overall length also becomes large as a result, and it becomes impossible to miniaturize a camera. the [the mirror for bending an optical axis, if the minimum of conditional expression (2) is exceeded, the 2nd lens group, or] -- 3 lens groups will interfere

[0020] Conditional expression (3) is related with a scale-factor change operation of the 2nd lens group. If the upper limit of conditional expression (3) is exceeded, a scale-factor change operation of the 2nd lens group will increase, and amendment of the aberration change accompanying variable power will become difficult. If the minimum of conditional expression (3) is exceeded, only the 3rd lens group will have a scale-factor change operation, and cannot enlarge a zoom ratio. Furthermore, the movement magnitude of the 3rd lens group becomes large too much.

[0021] Conditional expression (4) is related with the power of the 3rd lens group. If the upper limit of conditional expression (4) is exceeded, the power of the 3rd lens group will become large too much, the aberration change at the time of zoom will especially become large, and comatic aberration will get worse. If the minimum of conditional expression (4) is exceeded, the optical path length after the power of the 3rd lens group for making the emission nature beam of light injected from the 2nd lens group converge becomes small too much and bends an optical axis by the mirror will become long.

[0022] Conditional expression (5) is related with the lateral magnification in the long focal distance edge of the 3rd lens group. If the upper limit of conditional expression (5) is exceeded, the movement magnitude of the 2nd lens group will become large, and the optical path length before bending an optical axis by the mirror will become long. If the minimum of conditional expression (5) is exceeded, the lateral magnification of the 3rd lens group will become large too much at a minus side, the burden of aberration amendment of the 3rd lens group will increase, and the aberration change accompanying zooming will increase.

[0023] Moreover, the zoom lens system of 4 group composition by this invention is the composition of having added the immovable positive 4th lens group on the occasion of zooming with comparatively small power behind the 3rd lens group of the zoom lens system of 3 above-mentioned group composition. It becomes easy to obtain the tele cent rucksack nature demanded by this when using image pck-up elements, such as CCD. The example of the move locus of the zoom lens system of 4 group composition of the positive-lens group 10, the negative-lens group 20, Mirror M, the positive-lens group 30, and the positive-lens group 40 was shown in drawing 27 sequentially from the body side. The 2nd lens group 20 and the 3rd lens group 30 are movable variable power lens groups, and Mirror M is arranged in the meantime.

[0024] Conditional expression (6) – (9) is the conditions over the zoom lens system of 4 group composition. Conditional expression (6) is the conditions for arranging a mirror in a suitable position. Since the air interval of the 2nd lens group and the 3rd lens group becomes large too much, a lens overall length also becomes large as a result, and it becomes impossible to miniaturize a camera, if the upper limit of conditional expression (6) is exceeded. the [the mirror for bending an optical axis, if the minimum of conditional expression (6) is exceeded, the 2nd lens group, or] -- 3 lens groups will interfere

[0025] Conditional expression (7) is related with a scale-factor change operation of the 2nd lens group. If the upper limit of conditional expression (7) is exceeded, a scale-factor change operation of the 2nd lens group will increase, and amendment of the aberration change

accompanying variable power will become difficult. If the minimum of conditional expression (7) is exceeded, only the 3rd lens group will have a scale-factor change operation, and cannot make the rate of a zoom ratio high. Furthermore, the movement magnitude of the 3rd lens group becomes large too much.

[0026] Conditional expression (8) is related with the synthetic power of the 3rd lens group and the 4th lens group. If the upper limit of conditional expression (8) is exceeded, the synthetic power of the 3rd lens group and the 4th lens group will become large too much, the aberration change at the time of zoom will especially become large, and comatic aberration will get worse. If the minimum of conditional expression (8) is exceeded, the optical path length after the synthetic power of the 3rd lens group for making the emission nature beam of light injected from the 2nd lens group converge and the 4th lens group becomes small too much and bends an optical axis by the mirror will become long.

[0027] Conditional expression (9) is related with the lateral magnification in the long focal distance edge of the 3rd lens group. If the upper limit of conditional expression (9) is exceeded, the movement magnitude of the 2nd lens group will become large, and the optical path length before bending an optical axis by the mirror will become long. If the minimum of conditional expression (9) is exceeded, the lateral magnification of the 3rd lens group will become large too much at a minus side, the burden of aberration amendment of the 3rd lens group will increase, and the aberration change accompanying zooming will increase.

[0028] Next, a concrete example is shown. As for the following examples 1 and 2, 3 group type (drawing 26 type), an example 3, or 6 is 4 group type (drawing 27 type). The chromatic-aberration (axial overtone aberration) view expressed with spherical aberration and the solid line in a chromatic-aberration-of-magnification view, a dotted line, and an alternate long and short dash line are the aberration of d line, g line, and C line among many aberration views, respectively, S is sagittal and M is meridional. moreover, FNO of front Naka -- the f number and f -- in the focal distance of the whole system, and W, lens ** or a lens interval, and Nd show the refractive index of d line, and, as for a half-field angle and R, nu shows the Abbe number, as for radius of curvature and d Da and Db are the air interval from which the 2nd lens group (movable variable power lens group in front of a mirror) and the interval based on mirrors serve as the minimum, and an air interval from which the interval of a mirror center and the 3rd lens group (movable variable power lens group just behind a mirror) serves as the minimum, respectively (refer to drawing 26 and drawing 27). The symmetry-of-revolution aspheric surface is defined by the following formula.

$1+[1-(1+K) c2y2] 1/x=cy2/[2]+A4y4+A6y6+A8y8+A10y10+A12y12 \dots$ (however, x:aspheric surface configuration, c:curvature, the height from y:optical axis, K:constant of the cone)

[0029] [Example 1] drawing 2 and drawing 4 show the lens block diagram in the short focal distance edge of an example 1, and a long focal distance edge, respectively, and drawing 3 and drawing 5 show many aberration in each lens composition shown by drawing 2 and drawing 4 .

Table 1 is the numeric data. The 1st lens group 10 positive in field No.1-2, the 2nd lens group 20 negative in field No.3-8, the 3rd lens group 30 positive in field No.9-17, and field No.18-19 are cover glass CG, such as CCD. The 1st lens group 10 consists of one positive meniscus lens, the 2nd lens group 20 consists of a negative meniscus lens, a negative lens, and a positive meniscus lens sequentially from a body side, and the 3rd lens group 30 consists of a cemented lens of a positive lens, a positive lens, and a negative lens, a negative lens, and a positive lens. Mirror M and drawing S are placed in a fixed position between the 2nd lens group and the 3rd lens group, and zooming is performed by moving the 2nd lens group and the 3rd lens group like drawing 26 .

[0030] [Table 1]

FNO=1:2.8-3.0-4.5f=8.50-10.50-24.35 (zoom ratio; 2.86)

W=28.5-23.3-10.4Da=6.200 Db=6.992 Field No. R d Nd nu 1 27.696 5.937 1.48749 70.2 2 167.538

2.800-6.401-14.499 -- 3 18.380 1.800 1.80400 46.6 4 7.732 4.964 -- 5 -- 30.6601.700 1.77250

49.6 6 48.086 0.100 -- 7 14.769 2.353 1.8466623.8 8 22.470 23.921-20.320-12.222-- It extracts

and is (S). infinity 9.922-8.833-0.970-- 9 20.617 2.448 1.74400 44.8 10 -53.552 0.100-- 11

12.066 3.300 1.5163364.1 12 -- 22.254 1.800 1.84666 23.8 13 -- 1697.493 5.213 -- 14-59.214

1.600 1.80518 25.4 15 7.500 2.427 -- 16*11.763 2.800 1.72151 29.2 17 -43.306 5.025-6.114-
13.977 -- 18infinity 3.790 1.5163364.1 19infinity -- -* is the symmetry-of-revolution aspheric surface.

Aspheric-surface data (the aspheric-surface coefficient which is not displayed is 0.00.): Field No. K A4 A6 A8 16 0.00 -0.6054x10-4 -0.9024x10-6 0.2034x10-7 [0031] [Example 2] drawing 6 and drawing 8 show the lens block diagram in the short focal distance edge of an example 2, and a long focal distance edge, respectively, and drawing 7 and drawing 9 show many aberration in each lens composition shown by drawing 6 and drawing 8. Table 2 is the numeric data.

Fundamental lens composition is the same as that of an example 1, except that the negative lens of the 2nd lens group 20 consists of a negative meniscus lens.

[0032]

[Table 2]

FNO=1:2.8-4.7-4.9f=8.50-23.10-24.00 (zoom ratio; 2.82)

W=28.7-10.9-10.5Da=6.000 Db=6.771 Field No. R d Nd nu 1 32.665 4.839 1.48749 70.2 2 970.454
1.800-12.386-12.359 -- 3* 23.841 1.400 1.75700 47.8 4 7.468 4.317 -- 5 211.903 1.300 1.81600
46.6 6 22.881 0.100 -- 7 10.596 3.000 1.8466623.8 8 14.926 22.480-11.894-11.921 -- It
extracts (S). infinity 10.092-1.520-0.877 -- 9* 9.846 3.011 1.58913 61.2 10 - 38.1220.100 -- 11
20.062 3.000 1.48749 70.2 12 - 14.152 1.200 1.84666 23.8 13 - 30.286 0.985 -- 14 - 131.386
1.300 1.80100 35.0 15 7.489 1.515 -- 16 16.478 2.114 1.7552027.5 17-137.956 10.657-19.228-
19.871 -- 18 infinity 3.790 1.51633 64.1 19 infinity -- -* is the symmetry-of-revolution aspheric surface.

Aspheric-surface data (the aspheric-surface coefficient which is not displayed is 0.00.): Field No. K A4 A6 A8 3 0.00 -0.4359x10-5 0.6936x10-7 -9 0.00 -0.1306x10-3 -0.1115x10-6 -0.1907x10-7 [0033] [Example 3] drawing 10 and drawing 12 show the lens block diagram in the short focal distance edge of an example 3, and a long focal distance edge, respectively, and drawing 11 and drawing 13 show many aberration in each lens composition shown by drawing 10 and drawing 12. Table 3 is the numeric data. The 1st lens group 10 positive in field No.1-2, the 2nd lens group 20 negative in field No.3-8, the 3rd lens group 30 positive in field No.9-15, the 4th lens group 40 negative in field No.16-17, and field No.18-19 are cover glass CG, such as CCD. Sequentially from the body side, the 1st lens group 10 consists of one positive meniscus lens, the 2nd lens group 20 consists of a negative meniscus lens, a negative lens, and a positive lens, the 3rd lens group 30 consists of a cemented lens of a positive meniscus lens, a positive lens, and a negative lens, and a negative meniscus lens, and the 4th lens group 40 consists of one positive meniscus lens for it. Mirror M and drawing S are placed in a fixed position between the 2nd lens group and the 3rd lens group, and zooming is performed by moving the 2nd lens group and the 3rd lens group like drawing 27.

[0034]

[Table 3]

FNO=1:2.8-4.8-4.8f=7.50-20.88-21.20 (zoom ratio; 2.83)

W=33.0-12.5-12.3Da=5.700 Db=6.560 Field No. R d Nd nu 1 28.275 5.388 1.48749 70.2 2 414.220
2.000-12.665-12.660 -- 3 29.368 1.400 1.83400 37.2 4 7.469 4.364 -- 5 - 30.929 1.300 1.80400
46.6 6 21.539 0.663 -- 7 15.481 3.200 1.8051825.4 8 - 187.627 21.973-11.308-11.313- - It
Extracts. (S) Infinity 9.896-1.209-0.952 -- 9 9.080 2.773 1.49700 81.6 10 825.601 0.100- - 11
10.006 2.527 1.4874970.2 12 229.600 1.200 1.84666 23.8 13 18.788 1.893 -- 14* 18.00 1.300
1.66910 55.4 15 10.879 6.232-14.919-15.176 -- 16-40.629 2.000 1.67270 32.1 17-20.908 4.999 -
-18 infinity 3.790 1.51633 64.1 19 infinity -- -* is the symmetry-of-revolution aspheric surface.

Aspheric-surface data (the aspheric-surface coefficient which is not displayed is 0.00.): Field No. K A4 A6 A8 14 0.00 -0.5924x10-3 -0.8105x10-5 -0.1539x10-6 [0035] [Example 4] drawing 14 and drawing 16 show the lens block diagram in the short focal distance edge of an example 4, and a long focal distance edge, respectively, and drawing 15 and drawing 17 show many aberration in each lens composition shown by drawing 14 and drawing 16. Table 4 is the numeric data. The 1st lens group 10 positive in field No.1-2, the 2nd lens group 20 negative in field No.3-8, the 3rd lens group 30 positive in field No.9-16, the 4th lens group 40 positive in field No.17-18, and field No.19-20 are cover glass CG, such as CCD. The 1st lens group 10 consists of one

positive meniscus lens, the 2nd lens group 20 is constituted from a body side by order by the negative meniscus lens, the negative lens, and the positive lens, the 3rd lens group 30 consists of a positive lens, a positive meniscus lens, a negative meniscus lens, and a negative meniscus lens, and the 4th lens group 40 consists of one positive lens. Mirror M and drawing S are placed in a fixed position between the 2nd lens group and the 3rd lens group, and zooming is performed by moving the 2nd lens group and the 3rd lens group like drawing 27 .
[0036]

[Table 4]

FNO=1:2.8-4.7-5.2f=8.14-20.96-22.99 (zoom ratio; 2.82)

W=30.0-12.1-11.1Da=6.000 Db=6.815 Field No. R d Nd nu 1 23.984 5.444 1.48749 70.2 2 158.247
2.145-11.242-11.046 - - 3 24.611 1.400 1.83400 37.2 4 7.416 4.410 -- 5 - 22.119 1.300 1.69680
55.5 6 25.415 1.221 - - 7 18.050 2.619 1.8051825.4 8 - 273.620 21.025-11.928-12.124- - It
Extracts. (S) Infinity 10.690-2.614-0.887- - 9* 14.806 2.600 1.66910 55.4 10 - 42.910 0.100- -
11 7.828 2.700 1.4874970.2 12 47.357 0.036 - - 13 22.821 1.200 1.84666 23.8 14 7.174 2.173 - -
15* 11.058 2.2001.6691055.4 16 7.547 9.737-17.814-19.540 - - 17 57.793 2.200 1.80518 25.4 18
- 20.110 1.900- - 19 infinity 1.400 1.5163364.1 20 infinity -- --* is the symmetry-of-revolution
aspheric surface.

Aspheric-surface data (the aspheric-surface coefficient which is not displayed is 0.00.): Field No. K A4 A6 A8 9 -1.00 -0.1420x10-4 0.7928x10-8 -0.1696x10-8 15 -1.00 -0.1255x10-3 -
0.4355x10-5 -[0037] [Example 5] drawing 18 and drawing 20 show the lens block diagram in the short focal distance edge of an example 5, and a long focal distance edge, respectively, and drawing 19 and drawing 21 show many aberration in each lens composition shown by drawing 18 and drawing 20 . Table 5 is the numeric data. Fundamental lens composition is the same as that of an example 4, except that the 3rd lens group 30 consists of the positive meniscus lens, a positive lens, a negative meniscus lens, and a negative meniscus lens.
[0038]

[Table 5]

FNO=1:2.8-4.7-5.1f=7.47-19.65-21.11 (zoom ratio; 2.83)

W=33.4-13.2-12.4Da=4.500 Db=5.444 Field No. R d Nd nu 1 30.104 5.471 1.48749 70.2 2 1165.
916 2.142-11.850-11.747 - - 3 28.004 1.400 1.83400 37.2 4 9.984 4.036 -- 5 - 25.841 1.400
1.80400 46.6 6 14.427 2.198 - - 7 19.321 2.601 1.80518 25.4 8 - 131.192 18.688-8.981-9.084 - -
It Extracts. (S) Infinity 10.541-2.223-0.963 - - 9* 11.897 2.800 1.66910 55.4 10 483.240 0.100- -
11 9.679 2.900 1.4874970.2 12 - 63.430 0.100 - - 13 27.029 1.300 1.80518 25.414 6.763 2.577 - -
15* 15.397 2.3001.66910 55.4 16 18.1757.109-15.427-16.687 - - 17 73.642 2.200 1.7500027.6 18
-43.715 3.674 - - 19 infinity 1.400 1.51633 64.1 20 infinity -- --* is the symmetry-of-revolution
aspheric surface.

Aspheric-surface data (the aspheric-surface coefficient which is not displayed is 0.00.): Field No. K A4 A6 A8 9 -1.00 -0.1524x10-4 -0.3662x10-6 -15 -1.00 -0.1465x10-3 -0.2765x10-5 -[0039]
[Example 6] drawing 22 and drawing 24 show the lens block diagram in the short focal distance edge of an example 6, and a long focal distance edge, respectively, and drawing 23 and drawing 25 show many aberration in each lens composition shown by drawing 22 and drawing 24 . Table 6 is the numeric data. Fundamental lens composition is the same as that of an example 3, except that the positive lens of the 2nd lens group 20 is a positive meniscus lens.
[0040]

[Table 6]

FNO=1:2.8-4.5-5.4f=8.42-20.60-23.80 (zoom ratio; 2.83)

W=29.0-12.2-10.7Da=5.900 Db=6.561 Field No. R d Nd nu 1 22.136 5.696 1.48749 70.2 2 110.594
2.000-9.868-9.375 - - 3 21.500 1.400 1.83400 37.2 4 7.105 4.474 -- 5 - 90.229 1.300 1.77250
49.6 6 14.565 0.144 - - 7 11.145 3.200 1.8051825.4 8 38.776 19.637-11.769-12.262 - - It
extracts. (S) infinity 11.043-3.483-0.692 - - 9 8.246 2.9301.49700 81.6 10 88.917 0.100- -
119.951 2.634 1.48749 70.2 12-229.365 1.200 1.84666 23.8 13 27.591 1.310 - - 14* 22.1391.300
1.6691055.4 15 10.080 6.693-14.253-17.043 - - 16-24.0822.000 1.67270 32.1 17 - 16.400 5.000 -
- 18infinity 3.790 1.51633 64.1 19 infinity -- --* is the symmetry-of-revolution aspheric surface.
Aspheric-surface data (the aspheric-surface coefficient which is not displayed is 0.00.): Field No.

K A4 A6 A8 14 0.00 -0.7326×10^{-3} -0.7913×10^{-6} -0.3993×10^{-6} [0041] The value over each conditional expression of each example is shown in Table 7.

[Table 7]

An example 1 An example 2 Example 3 conditional expression (1) 0.542 0.532 0.578 conditional expression (2) 0.542 0.532 – Conditional Expression (3) 0.293 0.235 – Conditional Expression (4) 0.491 0.525 – Conditional Expression (5) – 0.984–1.040 – Conditional Expression (6) – – 0.578 conditional expression (7) – – 0.271 conditional-expression (8) – – 0.445 Conditional Expression (9) – – – 1.016 Example 4 Example 5 Example 6 conditional expression (1) 0.558 0.471 0.524 conditional expression (2) – – – Conditional-Expression (3) – – – Conditional Expression (4) – – Conditional Expression (5) – – – Conditional Expression (6) 0.558 0.471 0.524 conditional expression (7) 0.261 0.239 0.221 conditional expression (8) 0.3680.4340.509 conditional expression (9) –1.103 –1.077 –1.175 each example is [0042] which has satisfied each conditional expression and by which many aberration is also amended comparatively well.

[Effect of the Invention] According to this invention, the size of the camera which uses a zoom lens, especially the depth direction can be miniaturized.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the fundamental lens composition of the zoom lens system by this invention.

[Drawing 2] It is drawing in which developing a reflector and showing the lens composition in the short focal distance edge of the example 1 of the zoom lens system by this invention.

[Drawing 3] They are many aberration views in the short focal distance edge of the lens composition of drawing 1.

[Drawing 4] It is drawing in which developing a reflector and showing the lens composition in the long focal distance edge of the example 1 of the zoom lens system by this invention.

[Drawing 5] They are many aberration views in the long focal distance edge of the lens composition of drawing 3.

[Drawing 6] It is drawing in which developing a reflector and showing the lens composition in the short focal distance edge of the example 2 of the zoom lens system by this invention.

[Drawing 7] They are many aberration views in the short focal distance edge of the lens composition of drawing 5.

[Drawing 8] It is drawing in which developing a reflector and showing the lens composition in the long focal distance edge of the example 2 of the zoom lens system by this invention.

[Drawing 9] They are many aberration views in the long focal distance edge of the lens composition of drawing 7.

[Drawing 10] It is drawing in which developing a reflector and showing the lens composition in the short focal distance edge of the example 3 of the zoom lens system by this invention.

[Drawing 11] They are many aberration views in the short focal distance edge of the lens composition of drawing 9.

[Drawing 12] It is drawing in which developing a reflector and showing the lens composition in the long focal distance edge of the example 3 of the zoom lens system by this invention.

[Drawing 13] They are many aberration views in the long focal distance edge of the lens composition of drawing 11.

[Drawing 14] It is drawing in which developing a reflector and showing the lens composition in the short focal distance edge of the example 4 of the zoom lens system by this invention.

[Drawing 15] They are many aberration views in the short focal distance edge of the lens composition of drawing 13.

[Drawing 16] It is drawing in which developing a reflector and showing the lens composition in the long focal distance edge of the example 4 of the zoom lens system by this invention.

[Drawing 17] They are many aberration views in the long focal distance edge of the lens composition of drawing 15.

[Drawing 18] It is drawing in which developing a reflector and showing the lens composition in the short focal distance edge of the example 5 of the zoom lens system by this invention.

[Drawing 19] They are many aberration views in the short focal distance edge of the lens composition of drawing 17.

[Drawing 20] It is drawing in which developing a reflector and showing the lens composition in the long focal distance edge of the example 5 of the zoom lens system by this invention.

[Drawing 21] They are many aberration views in the long focal distance edge of the lens composition of drawing 19 .

[Drawing 22] It is drawing in which developing a reflector and showing the lens composition in the short focal distance edge of the example 6 of the zoom lens system by this invention.

[Drawing 23] They are many aberration views in the short focal distance edge of the lens composition of drawing 21 .

[Drawing 24] It is drawing in which developing a reflector and showing the lens composition in the long focal distance edge of the example 6 of the zoom lens system by this invention.

[Drawing 25] They are many aberration views in the long focal distance edge of the lens composition of drawing 23 .

[Drawing 26] It is the simple move view of the zoom lens system of 3 group composition by this invention.

[Drawing 27] It is the simple move view of the zoom lens system of 4 group composition by this invention.

[Description of Notations]

10 1st Lens Group

20 2nd Lens Group

30 3rd Lens Group

40 4th Lens Group

50 CCD

M Mirror

CG Cover glass

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-187159
(P2000-187159A)

(43)公開日 平成12年7月4日 (2000.7.4)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 2 B 15/16		G 0 2 B 15/16	2 H 0 8 7
13/18		13/18	
15/167		15/167	
17/08		17/08	A

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全16頁)

(21)出願番号 特願平10-365722

(22)出願日 平成10年12月22日 (1998.12.22)

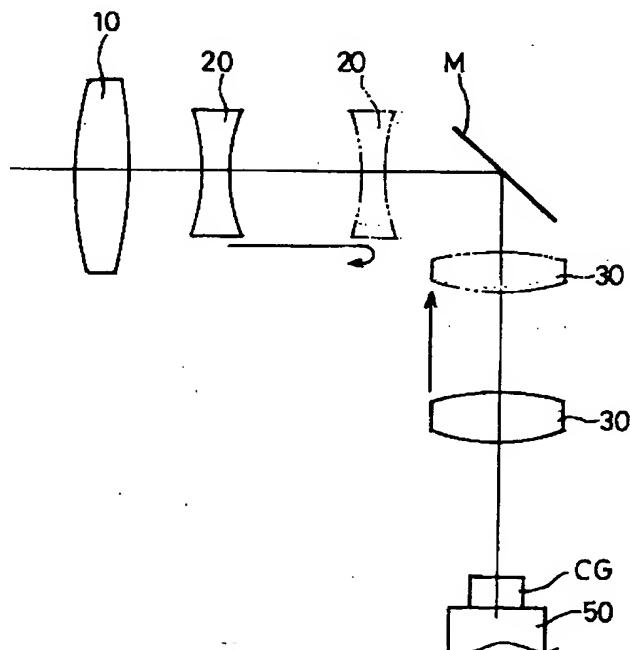
(71)出願人 000000527
旭光学工業株式会社
東京都板橋区前野町2丁目36番9号
(72)発明者 尾崎 弘康
東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内
(72)発明者 伊藤 孝之
東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内
(74)代理人 100083286
弁理士 三浦 邦夫

(54)【発明の名称】 ズームレンズ系

(57)【要約】

【目的】 ズームレンズを使用するカメラの特に奥行き方向の寸法を小型化すること。

【構成】 複数のレンズ群より構成されるズームレンズ系において、ズーミングの際に移動するレンズ群とレンズ群の間に、光軸を折り曲げるミラーを配置したズームレンズ系。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のレンズ群より構成されるズームレンズ系において、ズーミングの際に移動するレンズ群とレンズ群の間に、光軸を折り曲げるミラーを配置したことを特徴とするズームレンズ系。

【請求項2】 請求項1記載のズームレンズ系において、次の条件式(1)を満足するズームレンズ系。

$$(1) 0.3 < D_{min} / f_t < 0.8$$

但し、

$$D_{min} = D_a + D_b$$

D_a ; ミラーの直前のレンズ群とミラー中心(レンズ光軸とミラーの反射面との交点、以下同じ)との間隔が最小となる空気間隔、

D_b ; ミラー中心とミラーの直後のレンズ群との間隔が最小となる空気間隔、

$$f_t ; 長焦点距離端における全系の焦点距離。$$

【請求項3】 物体側から順に、正の第1レンズ群と、負の第2レンズ群と、正の第3レンズ群とからなり、第2レンズ群と第3レンズ群を光軸方向に移動させてズーミングするズームレンズ系であって、

第2レンズ群と第3レンズ群との間に、光軸を折り曲げるミラーを配置したことを特徴とするズームレンズ系。

【請求項4】 請求項3記載のズームレンズ系において、次の条件式(2)を満足するズームレンズ系。

$$(2) 0.3 < D_{min} / f_t < 0.8$$

但し、

$$D_{min} = D_a + D_b$$

D_a ; 第2レンズ群とミラー中心との間隔が最小となる空気間隔、

D_b ; ミラー中心と第3レンズ群との間隔が最小となる空気間隔、

$$f_t ; 長焦点距離端における全系の焦点距離。$$

【請求項5】 請求項3または4記載のズームレンズ系において、次の条件式(3)、(4)、(5)を満足するズームレンズ系。

$$(3) 0 < 10g_{10}Z_2 / 10g_{10}Z < 0.4$$

$$(4) 0.2 < f_w / f_3 < 0.6$$

$$(5) -1.3 < m_3 t < -0.8$$

但し、

$$Z_2 = m_2 t / m_2 w,$$

$$Z = f_t / f_w,$$

$m_2 t$; 長焦点距離端における第2レンズ群の横倍率、
 $m_2 w$; 短焦点距離端における第2レンズ群の横倍率、

$$f_t ; 長焦点距離端における全系の焦点距離、$$

$$f_w ; 短焦点距離端における全系の焦点距離、$$

$$f_3 ; 第3レンズ群の焦点距離、$$

$$m_3 t ; 長焦点距離端における第3レンズ群の横倍率。$$

【請求項6】 物体側から順に、正の第1レンズ群と、負の第2レンズ群と、正の第3レンズ群と、正の第4レンズ群とからなり、第2レンズ群と第3レンズ群を光軸

方向に移動させてズーミングするズームレンズ系であって、

第2レンズ群と第3レンズ群との間に、光軸を折り曲げるミラーを配置したことを特徴とするズームレンズ系。

【請求項7】 請求項6記載のズームレンズ系において、次の条件式(6)を満足するズームレンズ系。

$$(6) 0.3 < D_{min} / f_t < 0.8$$

但し、

$$D_{min} = D_a + D_b$$

D_a ; 第2レンズ群とミラー中心との間隔が最小となる空気間隔、

D_b ; ミラー中心と第3レンズ群との間隔が最小となる空気間隔、

$$f_t ; 長焦点距離端における全系の焦点距離。$$

【請求項8】 請求項6または7記載のズームレンズ系において、次の条件式(7)、(8)、(9)を満足するズームレンズ系。

$$(7) 0 < 10g_{10}Z_2 / 10g_{10}Z < 0.4$$

$$(8) 0.2 < f_w / f_3 (3-4) w < 0.6$$

$$(9) -1.3 < m_3 t < -0.8$$

但し、

$$Z_2 = m_2 t / m_2 w,$$

$$Z = f_t / f_w,$$

$m_2 t$; 長焦点距離端における第2レンズ群の横倍率、
 $m_2 w$; 短焦点距離端における第2レンズ群の横倍率、

$$f_t ; 長焦点距離端における全系の焦点距離、$$

$$f_w ; 短焦点距離端における全系の焦点距離、$$

$$f_3 (3-4) w ; 短焦点距離端における第3レンズ群と第4レンズ群の合成焦点距離、$$

$$m_3 t ; 長焦点距離端における第3レンズ群の横倍率。$$

【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】 本発明は、小型ビデオカメラやデジタルカメラ等に使用されるズームレンズ系に関する。

【0002】

【従来技術及びその問題点】 一般に、ズームレンズ系は、ズーミングするために移動するレンズ群の移動スペースを確保する必要があり、単焦点レンズに比べて長くなりやすい。そのため、ズームレンズを使用するカメラの奥行き方向の寸法短縮には限界がある。

【0003】 さらに、近年、デジタルカメラ等は高解像度化が進んでおり、それに伴うCCD等の撮像素子の画面サイズ(レンズのイメージサイズ)の大型化により、光学系も大型化する傾向がある。ズームレンズを搭載したカメラを小型化する手段として、電源オフ時にレンズをカメラ内部に収納するレンズ沈胴式があるが、機構が複雑であり、コスト面などで不利である。

【0004】

【発明の目的】 本発明は、ズームレンズを使用するカメラの特に奥行き方向の寸法を小型化することを目的とす

る。

【0005】

【発明の概要】本発明は、カメラの奥行き方向の寸法を短縮するため、ズームレンズ系の光軸をミラーによって途中で折り曲げるという着眼、及びそのミラーの配置位置を考察して完成されたものである。

【0006】すなわち、本発明は、複数のレンズ群より構成されるズームレンズ系において、ズーミングの際に移動するレンズ群とレンズ群との間に、光軸を折り曲げるミラーを配置したことを特徴としている。

【0007】ミラーを適当な位置に配置するためには、次の条件式(1)を満足することが好ましい。

$$(1) 0.3 < D_{min} / f_t < 0.8$$

但し、

$$D_{min} = D_a + D_b,$$

D_a ; ミラーの直前のレンズ群とミラー中心（レンズ光軸とミラーの反射面との交点、以下同じ）との間隔が最小となる空気間隔、

D_b ; ミラー中心とミラーの直後のレンズ群との間隔が最小となる空気間隔、

f_t ; 長焦点距離端における全系の焦点距離、
である。

【0008】また、本発明は、より具体的には、物体側から順に、正の第1レンズ群と、負の第2レンズ群と、正の第3レンズ群からなり、第2レンズ群と第3レンズ群を移動させてズーミングする3群タイプのズームレンズ系において、第2レンズ群と第3レンズ群との間に光軸を折り曲げるミラーを配置したことを特徴としている。

【0009】この実施形態では、ミラーを適当な位置に配置するには、次の条件式(2)を満足することが好ましい。

$$(2) 0.3 < D_{min} / f_t < 0.8$$

但し、

$$D_{min} = D_a + D_b,$$

D_a ; 第2レンズ群とミラー中心との間隔が最小となる空気間隔、

D_b ; ミラー中心と第3レンズ群との間隔が最小となる空気間隔、

f_t ; 長焦点距離端における全系の焦点距離
である。

【0010】さらに、この3群構成のズームレンズ系のレンズ性能を向上させるには、次の条件式(3)、

(4)、(5)を満足することが好ましい。

$$(3) 0 < 10g_{10}Z_2 / 10g_{10}Z < 0.4$$

$$(4) 0.2 < f_w / f_3 < 0.6$$

$$(5) -1.3 < m_3 t < -0.8$$

但し、

$$Z_2 = m_2 t / m_2 w$$

$$Z = f_t / f_w$$

$m_2 t$; 長焦点距離端における第2レンズ群の横倍率、
 $m_2 w$; 短焦点距離端における第2レンズ群の横倍率、
 f_w ; 短焦点距離端における全系の焦点距離、
 f_3 ; 第3レンズ群の焦点距離、
 $m_3 t$; 長焦点距離端における第3レンズ群の横倍率、
である。

【0011】さらに、本発明は、別の態様では、物体側から順に、正の第1レンズ群と、負の第2レンズ群と、正の第3レンズ群と、正の第4レンズ群からなり、第2レンズ群と第3レンズ群を移動させてズーミングする4群タイプのズームレンズ系において、第2レンズ群と第3レンズ群との間に光軸を折り曲げるミラーを配置したことを特徴としている。

【0012】ミラーを適当な位置に配置するには、次の条件式(6)を満足することが好ましい。

$$(6) 0.3 < D_{min} / f_t < 0.8$$

但し、

$$D_{min} = D_a + D_b,$$

D_a ; 第2レンズ群とミラー中心との間隔が最小となる空気間隔、

D_b ; ミラー中心と第3レンズ群との間隔が最小となる空気間隔、

f_t ; 長焦点距離端における全系の焦点距離、
である。

【0013】この4群構成のズームレンズ系のレンズ性能を向上させるには、次の条件式(7)、(8)、(9)を満足することが好ましい。

$$(7) 0 < 10g_{10}Z_2 / 10g_{10}Z < 0.4$$

$$(8) 0.2 < f_w / f_{(3-4)} w < 0.6$$

$$(9) -1.3 < m_3 t < -0.8$$

但し、

$$Z_2 = m_2 t / m_2 w$$

$$Z = f_t / f_w$$

$m_2 t$; 長焦点距離端における第2レンズ群の横倍率、

$m_2 w$; 短焦点距離端における第2レンズ群の横倍率、

f_t ; 長焦点距離端における全系の焦点距離、

f_w ; 短焦点距離端における全系の焦点距離、

$f_{(3-4)} w$; 短焦点距離端における第3レンズ群と第4レンズ群の合成焦点距離、

$m_3 t$; 長焦点距離端における第3レンズ群の横倍率、
である。

【0014】

【発明の実施の形態】図1は、本発明を3群構成のズームレンズ系に適用した実施形態である。このズームレンズ系は、物体側から順に、正の第1レンズ群10、負の第2レンズ群20、正の第3レンズ群30からなり、第2レンズ群20と第3レンズ群30の間にミラーMが配置されている。ズーミングは第2レンズ群20と第3レンズ群30を光軸方向に移動させて行う。つまり、第2レンズ群20と第3レンズ群30は、可動の変倍レンズ

群である。ミラーMは、この可動の変倍レンズ群20と30の間、つまりズーミングの際にともに移動するレンズ群の間に配置されていて、光軸を90°折り曲げる。ミラーMは不動（固定）である。結像面には、カバーガラスCGを介して撮像素子50が配置されている。

【0015】ズームレンズ系において、可動の変倍レンズ群よりも物体側もしくは像側で光軸を折り曲げる例はこれまでにもあるが、カメラの小型化には不十分である。一方、前述の通り、本発明はズーミングの際に移動するレンズ群とレンズ群の間で光軸を折り曲げるようしたため、カメラの小型化、特にカメラの奥行き方向の小型化に有利である。また、それによりデザイン上の自由度をさらに向上させることができると可能である。

【0016】反射面にミラーを使用すると、比較的安価に平面性が高い反射面が得られるという利点がある。また、光学系の偏心調整をミラーによって行うことができる。

【0017】条件式（1）は、ミラーを適当な位置に配置するための条件である。条件式（1）の上限を越えると、ミラーが配置されるレンズ群間隔が大きくなりすぎるため、結果的にレンズ全長も大きくなりカメラを小型化することができなくなる。条件式（1）の下限を越えると、光軸を折り曲げるためのミラーとその前後のレンズ群とが干渉してしまう。

【0018】条件式（2）～（5）は、3群構成のズームレンズ系に対する条件である。図26に、図1に示した、物体側から順に、正レンズ群10、負レンズ群20、ミラーM、正レンズ群30の3群構成のズームレンズ系の移動軌跡の例を示した。

【0019】条件式（2）は、ミラーを適当な位置に配置するための条件である。条件式（2）の上限を越えると、第2レンズ群と第3レンズ群の空気間隔が大きくなりすぎるため、結果的にレンズ全長も大きくなりカメラを小型化することができなくなる。条件式（2）の下限を越えると、光軸を折り曲げるためのミラーと第2レンズ群もしくは第3レンズ群とが干渉してしまう。

【0020】条件式（3）は、第2レンズ群の倍率変更作用に関するものである。条件式（3）の上限を越えると、第2レンズ群の倍率変更作用が増大し変倍に伴う収差変動の補正が困難となる。条件式（3）の下限を越えると、第3レンズ群のみが倍率変更作用を有することとなり、ズーム比を大きくすることができない。さらに、第3レンズ群の移動量が大きくなりすぎる。

【0021】条件式（4）は、第3レンズ群のパワーに関するものである。条件式（4）の上限を越えると、第3レンズ群のパワーが大きくなりすぎてズーム時の収差変動が大きくなり特にコマ収差が悪化する。条件式（4）の下限を越えると、第2レンズ群から射出された発散性光線を収束させるための第3レンズ群と第4レンズ群の合成パワーが小さくなりすぎて、ミラーで光軸を折り曲げた後の光路長が長くなる。

長が長くなる。

【0022】条件式（5）は、第3レンズ群の長焦点距離端における横倍率に関するものである。条件式（5）の上限を越えると、第2レンズ群の移動量が大きくなり、ミラーで光軸を折り曲げる前の光路長が長くなる。条件式（5）の下限を越えると、第3レンズ群の横倍率がマイナス側に大きくなりすぎて、第3レンズ群の収差補正の負担が増大し、ズーミングに伴う収差変動が増大する。

【0023】また、本発明による4群構成のズームレンズ系は、上述の3群構成のズームレンズ系の第3レンズ群の後ろに比較的パワーの小さい、ズーミングに際して不動の正の第4レンズ群を追加した構成である。これにより、CCD等の撮像素子を用いる場合に要求されるテレセントリック性が得やすくなる。図27に、物体側から順に、正レンズ群10、負レンズ群20、ミラーM、正レンズ群30、正レンズ群40の4群構成のズームレンズ系の移動軌跡の例を示した。第2レンズ群20と第3レンズ群30が可動の変倍レンズ群であり、この間にミラーMが配置されている。

【0024】条件式（6）～（9）は、4群構成のズームレンズ系に対する条件である。条件式（6）は、ミラーを適当な位置に配置するための条件である。条件式（6）の上限を越えると、第2レンズ群と第3レンズ群の空気間隔が大きくなりすぎるため結果的にレンズ全長も大きくなりカメラを小型化することができなくなる。条件式（6）の下限を越えると、光軸を折り曲げるためのミラーと第2レンズ群もしくは第3レンズ群とが干渉してしまう。

【0025】条件式（7）は、第2レンズ群の倍率変更作用に関するものである。条件式（7）の上限を越えると、第2レンズ群の倍率変更作用が増大し変倍に伴う収差変動の補正が困難となる。条件式（7）の下限を越えると、第3レンズ群のみが倍率変更作用を有することとなりズーム比率を高くすることができない。さらに、第3レンズ群の移動量が大きくなりすぎる。

【0026】条件式（8）は、第3レンズ群と第4レンズ群の合成パワーに関するものである。条件式（8）の上限を越えると、第3レンズ群と第4レンズ群の合成パワーが大きくなりすぎてズーム時の収差変動が大きくなり特にコマ収差が悪化する。条件式（8）の下限を越えると、第2レンズ群から射出された発散性光線を収束させるための第3レンズ群と第4レンズ群の合成パワーが小さくなりすぎて、ミラーで光軸を折り曲げた後の光路長が長くなる。

【0027】条件式（9）は、第3レンズ群の長焦点距離端における横倍率に関するものである。条件式（9）の上限を越えると、第2レンズ群の移動量が大きくなり、ミラーで光軸を折り曲げる前の光路長が長くなる。条件式（9）の下限を越えると、第3レンズ群の横倍率

がマイナス側に大きくなりすぎて、第3レンズ群の収差補正の負担が増大し、ズーミングに伴う収差変動が増大する。

【0028】次に具体的な実施例を示す。以下の実施例1と2は、3群タイプ(図26タイプ)、実施例3ないし6は、4群タイプ(図27タイプ)である。諸収差図中、球面収差で表される色収差(軸上色収差)図及び倍率色収差図中の実線、点線及び一点鎖線は、それぞれd線、g線、C線の収差であり、Sはサジタル、Mはメリディオナルである。また、表中の F_{N0} はFナンバー、fは全系の焦点距離、Wは半画角、Rは曲率半径、dはレンズ厚またはレンズ間隔、 N_d はd線の屈折率、 ν はアッペ数を示す。Da及びDbはそれぞれ、第2レンズ群(ミラー直前の可動変倍レンズ群)とミラー中心との間隔が最小となる空気間隔、ミラー中心と第3レンズ群(ミラー直後の可動変倍レンズ群)との間隔が最小となる空気間隔である(図26、図27参照)。回転対称非球面は次式で定義される。

$$x = cy^2 / [1 + [1 - (1 + K)c^2 y^2]^{1/2}] + A4y^4 + A6y^6 + A8y^8 + A10y^{10} + A12y^{12} \dots$$

$$F_{N0} = 1:2.8-3.0-4.5$$

$$f = 8.50-10.50-24.35 \text{ (ズーム比; 2.86)}$$

$$W = 28.5-23.3-10.4$$

$$Da = 6.200 \quad Db = 6.992$$

面No.	R	d	N_d	ν
1	27.696	5.937	1.48749	70.2
2	167.538	2.800-6.401-14.499	-	-
3	18.380	1.800	1.80400	46.6
4	7.732	4.964	-	-
5	-30.660	1.700	1.77250	49.6
6	48.086	0.100	-	-
7	14.769	2.353	1.84666	23.8
8	22.470	23.921-20.320-12.222	-	-
絞り(S)	∞	9.922-8.833-0.970	-	-
9	20.617	2.448	1.74400	44.8
10	-53.552	0.100	-	-
11	12.066	3.300	1.51633	64.1
12	-22.254	1.800	1.84666	23.8
13	-1697.493	5.213	-	-
14	-59.214	1.600	1.80518	25.4
15	7.500	2.427	-	-
16*	11.763	2.800	1.72151	29.2
17	-43.306	5.025-6.114-13.977	-	-
18	∞	3.790	1.51633	64.1
19	∞	-	-	-

*は回転対称非球面。

非球面データ(表示していない非球面係数は0.00である。) :

面No.	K	A4	A6	A8
16	0.00	-0.6054×10^{-4}	-0.9024×10^{-6}	0.2034×10^{-7}

【0031】[実施例2]図6、図8は、それぞれ実施

(但し、x:非球面形状、c:曲率、y:光軸からの高さ、K:円錐係数)

【0029】[実施例1]図2、図4は、それぞれ実施例1の短焦点距離端、長焦点距離端におけるレンズ構成図を示し、図3、図5は、図2、図4で示した各々のレンズ構成での諸収差を示す。表1はその数値データである。面No. 1~2は正の第1レンズ群10、面No. 3~8は負の第2レンズ群20、面No. 9~17は正の第3レンズ群30、面No. 18~19はCCD等のカバーガラスCGである。第1レンズ群10は、正メニスカスレンズ1枚で構成され、第2レンズ群20は、物体側から順に、負メニスカスレンズ、負レンズ、正メニスカスレンズで構成され、第3レンズ群30は、正レンズ、正レンズと負レンズの接合レンズ、負レンズ、正レンズで構成されている。ミラーM及び絞りSは第2レンズ群と第3レンズ群との間に固定配置され、ズーミングは、図26のように第2レンズ群と第3レンズ群を移動させることによって行われる。

【0030】

【表1】

例2の短焦点距離端、長焦点距離端におけるレンズ構成

図を示し、図7、図9は、図6、図8で示した各々のレンズ構成での諸収差を示す。表2はその数値データである。基本的なレンズ構成は、第2レンズ群20の負レンズが負メニスカスレンズからなる以外は実施例1と同様

である。

【0032】

【表2】

$F_{N0}=1:2.8-4.7-4.9$

$f=8.50-23.10-24.00$ (ズーム比;2.82)

$W=28.7-10.9-10.5$

$Da=6.000$ $Db=6.771$

面No.	R	d	Nd	v
1	32.665	4.839	1.48749	70.2
2	970.454	1.800-12.386-12.359	-	-
3*	23.841	1.400	1.75700	47.8
4	7.468	4.317	-	-
5	211.903	1.300	1.81600	46.6
6	22.881	0.100	-	-
7	10.596	3.000	1.84666	23.8
8	14.926	22.480-11.894-11.921	-	-
絞り(S)	∞	10.092-1.520-0.877	-	-
9*	9.846	3.011	1.58913	61.2
10	-38.122	0.100	-	-
11	20.062	3.000	1.48749	70.2
12	-14.152	1.200	1.84666	23.8
13	-30.286	0.985	-	-
14	-131.386	1.300	1.80100	35.0
15	7.489	1.515	-	-
16	16.478	2.114	1.75520	27.5
17	-137.956	10.657-19.228-19.871	-	-
18	∞	3.790	1.51633	64.1
19	∞	-	-	-

*は回転対称非球面。

非球面データ (表示していない非球面係数は0.00である。) :

面No.	K	A4	A6	A8
3	0.00	-0.4359×10^{-5}	0.6936×10^{-7}	-
9	0.00	-0.1306×10^{-3}	-0.1115×10^{-6}	-0.1907×10^{-7}

【0033】 [実施例3] 図10、図12は、それぞれ実施例3の短焦点距離端、長焦点距離端におけるレンズ構成図を示し、図11、図13は、図10、図12で示した各々のレンズ構成での諸収差を示す。表3はその数値データである。面No. 1～2は正の第1レンズ群10、面No. 3～8は負の第2レンズ群20、面No. 9～15は正の第3レンズ群30、面No. 16～17は負の第4レンズ群40、面No. 18～19はCCD等のカバーガラスCGである。第1レンズ群10は、正メニスカスレンズ1枚で構成され、第2レンズ群20は、物体側か

ら順に、負メニスカスレンズ、負レンズ、正レンズで構成され、第3レンズ群30は、正メニスカスレンズ、正レンズと負レンズの接合レンズ、負メニスカスレンズで構成され、第4レンズ群40は、正メニスカスレンズ1枚で構成されている。ミラーM及び絞りSは第2レンズ群と第3レンズ群との間に固定配置され、ズーミングは、図27のように第2レンズ群と第3レンズ群を移動させることによって行われる。

【0034】

【表3】

$F_{N0}=1:2.8-4.8-4.8$

$f=7.50-20.88-21.20$ (ズーム比;2.83)

$W=33.0-12.5-12.3$

$Da=5.700$ $Db=6.560$

面No.	R	d	Nd	v
1	28.275	5.388	1.48749	70.2

2	414.220	2.000-12.665-12.660	-	-
3	29.368	1.400	1.83400	37.2
4	7.469	4.364	-	-
5	-30.929	1.300	1.80400	46.6
6	21.539	0.663	-	-
7	15.481	3.200	1.80518	25.4
8	-187.627	21.973-11.308-11.313	-	-
絞り(S)	∞	9.896-1.209-0.952	-	-
9	9.080	2.773	1.49700	81.6
10	825.601	0.100	-	-
11	10.006	2.527	1.48749	70.2
12	229.600	1.200	1.84666	23.8
13	18.788	1.893	-	-
14*	18.00	1.300	1.66910	55.4
15	10.879	6.232-14.919-15.176	-	-
16	-40.629	2.000	1.67270	32.1
17	-20.908	4.999	-	-
18	∞	3.790	1.51633	64.1
19	∞	-	-	-

* は回転対称非球面。

非球面データ (表示していない非球面係数は0.00である。) :

面No.	K	A4	A6	A8
14	0.00	-0.5924×10^{-3}	-0.8105×10^{-5}	-0.1539×10^{-6}

【0035】 [実施例4] 図14、図16は、それぞれ実施例4の短焦点距離端、長焦点距離端におけるレンズ構成図を示し、図15、図17は、図14、図16で示した各々のレンズ構成での諸収差を示す。表4はその数値データである。面No. 1～2は正の第1レンズ群10、面No. 3～8は負の第2レンズ群20、面No. 9～16は正の第3レンズ群30、面No. 17～18は正の第4レンズ群40、面No. 19～20はCCD等のカバーガラスCGである。第1レンズ群10は、正メニスカスレンズ1枚で構成され、第2レンズ群20は、物体側か

ら順に、負のメニスカスレンズ、負レンズ、正レンズで構成され、第3レンズ群30は、正レンズ、正メニスカスレンズ、負メニスカスレンズ、負メニスカスレンズで構成され、第4レンズ群40は、正レンズ1枚で構成されている。ミラーM及び絞りSは第2レンズ群と第3レンズ群との間に固定配置され、ズーミングは、図27のように第2レンズ群と第3レンズ群を移動させることによって行われる。

【0036】

【表4】

$$F_{N0}=1:2.8-4.7-5.2$$

$$f=8.14-20.96-22.99 \text{ (ズーム比; 2.82)}$$

$$W=30.0-12.1-11.1$$

$$Da=6.000 \quad Db=6.815$$

面No.	R	d	Nd	ν
1	23.984	5.444	1.48749	70.2
2	158.247	2.145-11.242-11.046	-	-
3	24.611	1.400	1.83400	37.2
4	7.416	4.410	-	-
5	-22.119	1.300	1.69680	55.5
6	25.415	1.221	-	-
7	18.050	2.619	1.80518	25.4
8	-273.620	21.025-11.928-12.124	-	-
絞り(S)	∞	10.690-2.614-0.887	-	-
9*	14.806	2.600	1.66910	55.4
10	-42.910	0.100	-	-
11	7.828	2.700	1.48749	70.2

12	47.357	0.036	-	-
13	22.821	1.200	1.84666	23.8
14	7.174	2.173	-	-
15*	11.058	2.200	1.66910	55.4
16	7.547	9.737-17.814-19.540	-	-
17	57.793	2.200	1.80518	25.4
18	-20.110	1.900	-	-
19	∞	1.400	1.51633	64.1
20	∞	-	-	-

*は回転対称非球面。

非球面データ（表示していない非球面係数は0.00である。）：

面N o.	K	A 4	A 6	A 8
9	-1.00	-0.1420×10^{-4}	0.7928×10^{-8}	-0.1696×10^{-8}
15	-1.00	-0.1255×10^{-3}	-0.4355×10^{-5}	-

【0037】【実施例5】図18、図20は、それぞれ実施例5の短焦点距離端、長焦点距離端におけるレンズ構成図を示し、図19、図21は図18、図20で示した各々のレンズ構成での諸収差を示す。表5はその数値データである。基本的なレンズ構成は、第3レンズ群3

0が正メニスカスレンズ、正レンズ、負メニスカスレンズ、負メニスカスレンズで構成されている以外は実施例4と同様である。

【0038】

【表5】

$F_{N0}=1:2.8-4.7-5.1$
 $f=7.47-19.65-21.11$ (ズーム比; 2.83)
 $W=33.4-13.2-12.4$
 $Da=4.500$ $Db=5.444$

面No.	R	d	Nd	ν
1	30.104	5.471	1.48749	70.2
2	1165.916	2.142-11.850-11.747	-	-
3	28.004	1.400	1.83400	37.2
4	9.984	4.036	-	-
5	-25.841	1.400	1.80400	46.6
6	14.427	2.198	-	-
7	19.321	2.601	1.80518	25.4
8	-131.192	18.688-8.981-9.084	-	-
絞り(S)	∞	10.541-2.223-0.963	-	-
9*	11.897	2.800	1.66910	55.4
10	483.240	0.100	-	-
11	9.679	2.900	1.48749	70.2
12	-63.430	0.100	-	-
13	27.029	1.300	1.80518	25.4
14	6.763	2.577	-	-
15*	15.397	2.300	1.66910	55.4
16	18.175	7.109-15.427-16.687	-	-
17	73.642	2.200	1.75000	27.6
18	-43.715	3.674	-	-
19	∞	1.400	1.51633	64.1
20	∞	-	-	-

*は回転対称非球面。

非球面データ（表示していない非球面係数は0.00である。）：

面N o.	K	A 4	A 6	A 8
9	-1.00	-0.1524×10^{-4}	-0.3662×10^{-6}	-
15	-1.00	-0.1465×10^{-3}	-0.2765×10^{-5}	-

【0039】[実施例6] 図22、図24は、それぞれ実施例6の短焦点距離端、長焦点距離端におけるレンズ構成図を示し、図23、図25は図22、図24で示した各々のレンズ構成での諸収差を示す。表6はその数値データである。基本的なレンズ構成は、第2レンズ群2

$$F_{N0}=1:2.8-4.5-5.4$$

$$f=8.42-20.60-23.80 \text{ (ズーム比:2.83)}$$

$$W=29.0-12.2-10.7$$

$$D_a=5.900 \quad D_b=6.561$$

面No.	R	d	Nd	v
1	22.136	5.696	1.48749	70.2
2	110.594	2.000-9.868-9.375	-	-
3	21.500	1.400	1.83400	37.2
4	7.105	4.474	-	-
5	-90.229	1.300	1.77250	49.6
6	14.565	0.144	-	-
7	11.145	3.200	1.80518	25.4
8	38.776	19.637-11.769-12.262	-	-
絞り(S)	∞	11.043-3.483-0.692	-	-
9	8.246	2.930	1.49700	81.6
10	88.917	0.100	-	-
11	9.951	2.634	1.48749	70.2
12	-229.365	1.200	1.84666	23.8
13	27.591	1.310	-	-
14*	22.139	1.300	1.66910	55.4
15	10.080	6.693-14.253-17.043	-	-
16	-24.082	2.000	1.67270	32.1
17	-16.400	5.000	-	-
18	∞	3.790	1.51633	64.1
19	∞	-	-	-

*は回転対称非球面。

非球面データ（表示していない非球面係数は0.00である。）：

面No.	K	A4	A6	A8
14	0.00	-0.7326×10^{-3}	-0.7913×10^{-6}	-0.3993×10^{-6}

【0041】各実施例の各条件式に対する値を表7に示

す。

【表7】

	実施例1	実施例2	実施例3
条件式(1)	0.542	0.532	0.578
条件式(2)	0.542	0.532	-
条件式(3)	0.293	0.235	-
条件式(4)	0.491	0.525	-
条件式(5)	-0.984	-1.040	-
条件式(6)	-	-	0.578
条件式(7)	-	-	0.271
条件式(8)	-	-	0.445
条件式(9)	-	-	-1.016
	実施例4	実施例5	実施例6
条件式(1)	0.558	0.471	0.524
条件式(2)	-	-	-
条件式(3)	-	-	-

0の正レンズが正メニスカスレンズである以外は実施例3と同様である。

【0040】

【表6】

条件式(4)	-	-	-
条件式(5)	-	-	-
条件式(6)	0.558	0.471	0.524
条件式(7)	0.261	0.239	0.221
条件式(8)	0.368	0.434	0.509
条件式(9)	-1.103	-1.077	-1.175

各実施例は、各条件式を満足しており、諸収差も比較的よく補正されている

【0042】

【発明の効果】本発明によれば、ズームレンズを使用するカメラの特に奥行き方向の寸法を小型化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるズームレンズ系の基本的なレンズ構成を示す図である。

【図2】本発明によるズームレンズ系の実施例1の短焦点距離端におけるレンズ構成を反射面を展開して示す図である。

【図3】図1のレンズ構成の短焦点距離端における諸収差図である。

【図4】本発明によるズームレンズ系の実施例1の長焦点距離端におけるレンズ構成を反射面を展開して示す図である。

【図5】図3のレンズ構成の長焦点距離端における諸収差図である。

【図6】本発明によるズームレンズ系の実施例2の短焦点距離端におけるレンズ構成を反射面を展開して示す図である。

【図7】図5のレンズ構成の短焦点距離端における諸収差図である。

【図8】本発明によるズームレンズ系の実施例2の長焦点距離端におけるレンズ構成を反射面を展開して示す図である。

【図9】図7のレンズ構成の長焦点距離端における諸収差図である。

【図10】本発明によるズームレンズ系の実施例3の短焦点距離端におけるレンズ構成を反射面を展開して示す図である。

【図11】図9のレンズ構成の短焦点距離端における諸収差図である。

【図12】本発明によるズームレンズ系の実施例3の長焦点距離端におけるレンズ構成を反射面を展開して示す図である。

【図13】図11のレンズ構成の長焦点距離端における諸収差図である。

【図14】本発明によるズームレンズ系の実施例4の短焦点距離端におけるレンズ構成を反射面を展開して示す

図である。

【図15】図13のレンズ構成の短焦点距離端における諸収差図である。

【図16】本発明によるズームレンズ系の実施例4の長焦点距離端におけるレンズ構成を反射面を展開して示す図である。

【図17】図15のレンズ構成の長焦点距離端における諸収差図である。

【図18】本発明によるズームレンズ系の実施例5の短焦点距離端におけるレンズ構成を反射面を展開して示す図である。

【図19】図17のレンズ構成の短焦点距離端における諸収差図である。

【図20】本発明によるズームレンズ系の実施例5の長焦点距離端におけるレンズ構成を反射面を展開して示す図である。

【図21】図19のレンズ構成の長焦点距離端における諸収差図である。

【図22】本発明によるズームレンズ系の実施例6の短焦点距離端におけるレンズ構成を反射面を展開して示す図である。

【図23】図21のレンズ構成の短焦点距離端における諸収差図である。

【図24】本発明によるズームレンズ系の実施例6の長焦点距離端におけるレンズ構成を反射面を展開して示す図である。

【図25】図23のレンズ構成の長焦点距離端における諸収差図である。

【図26】本発明による3群構成のズームレンズ系の簡易移動図である。

【図27】本発明による4群構成のズームレンズ系の簡易移動図である。

【符号の説明】

10 第1レンズ群

20 第2レンズ群

30 第3レンズ群

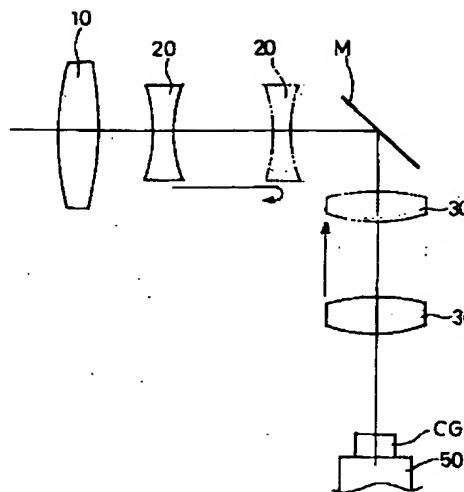
40 第4レンズ群

50 C C D

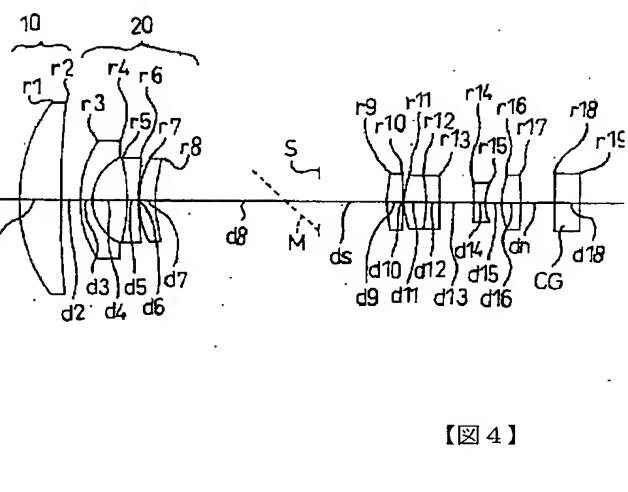
M ミラー

C G カバーガラス

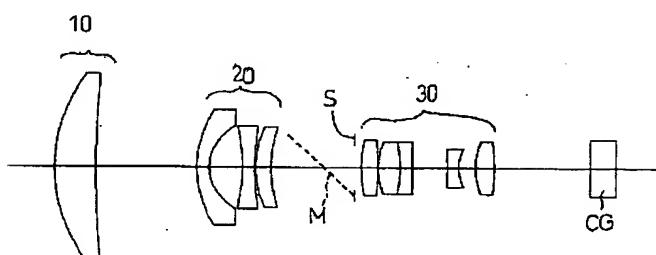
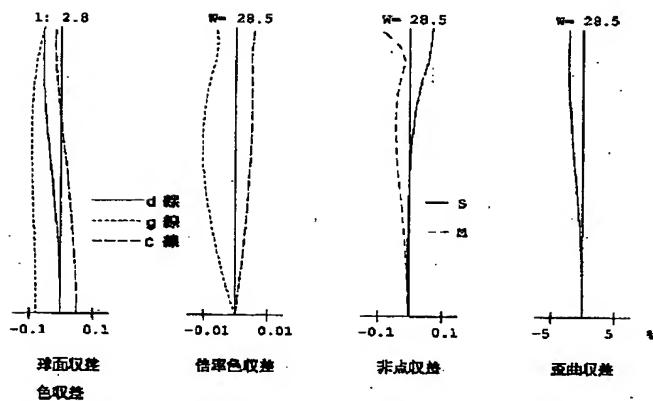
【図1】



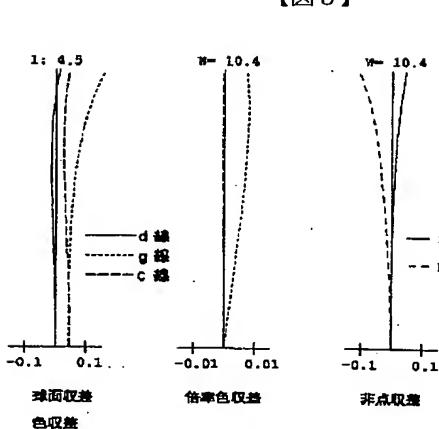
【図2】



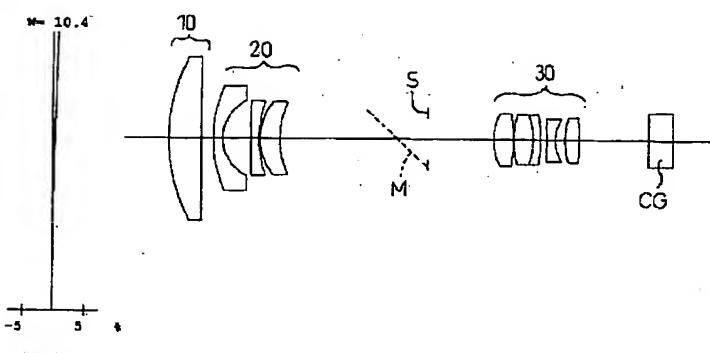
【図3】



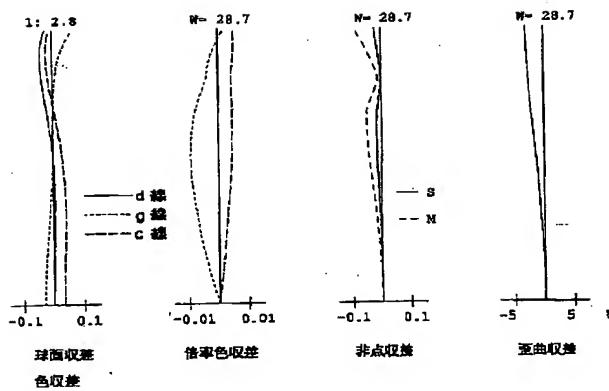
【図4】



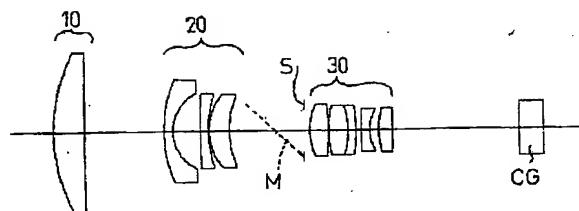
【図6】



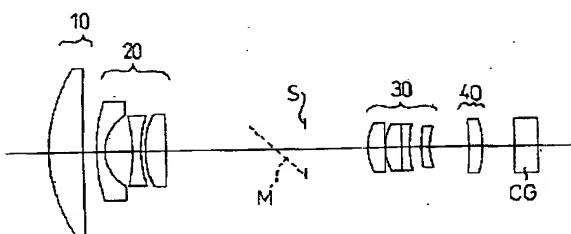
【図7】



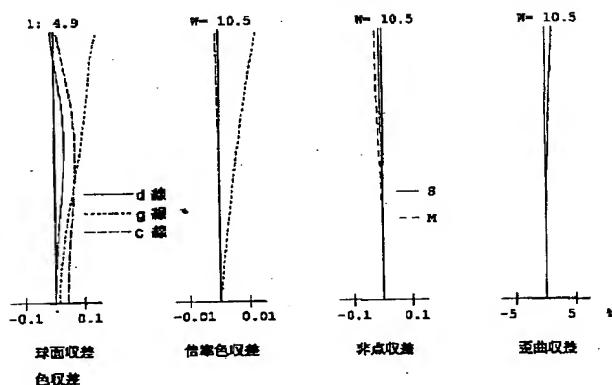
【図8】



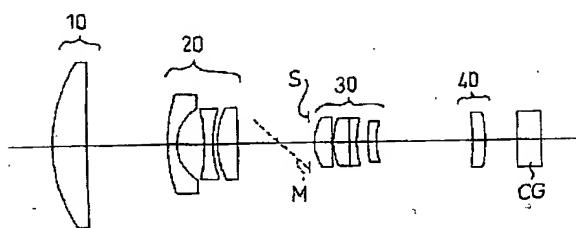
【図10】



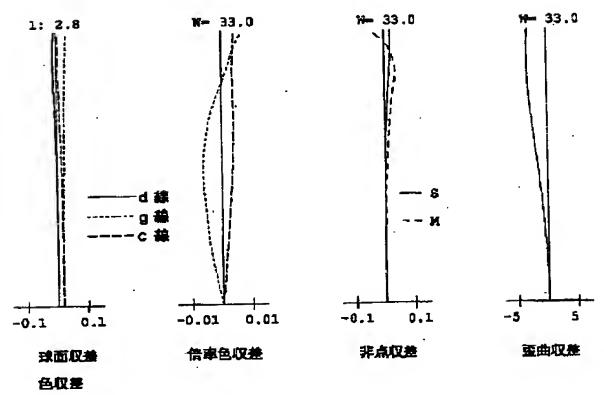
【図9】



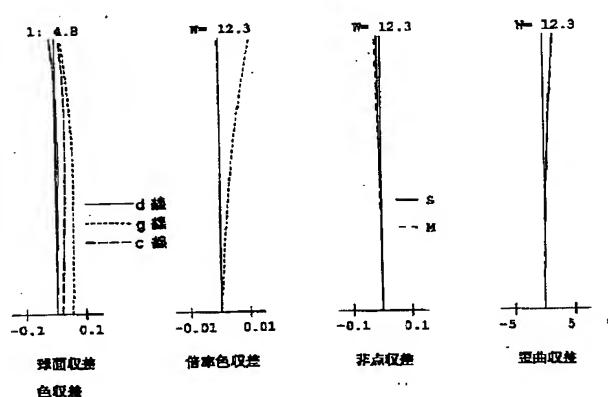
【図12】



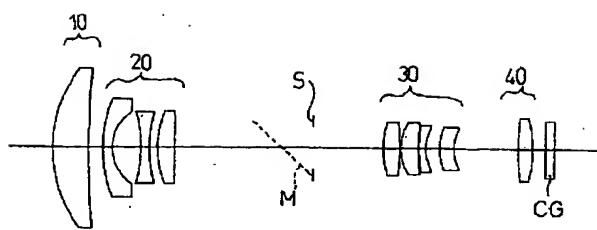
【図11】



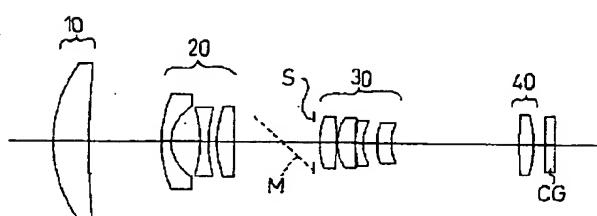
【図13】



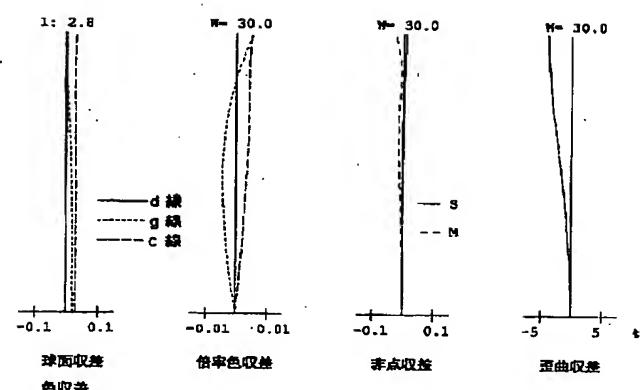
【図14】



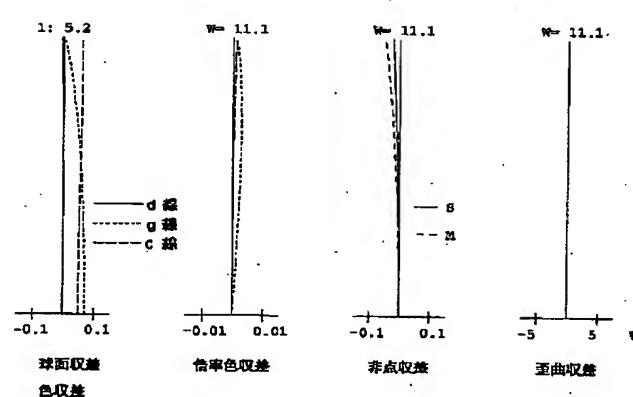
【図16】



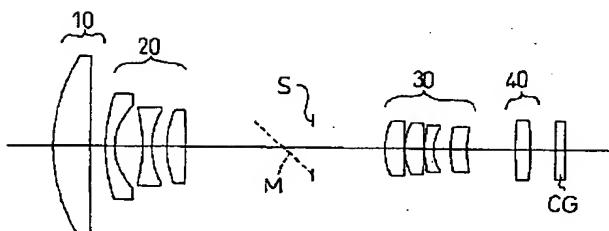
【図15】



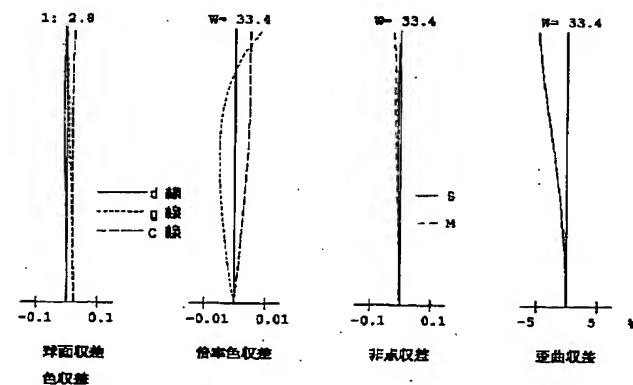
【図17】



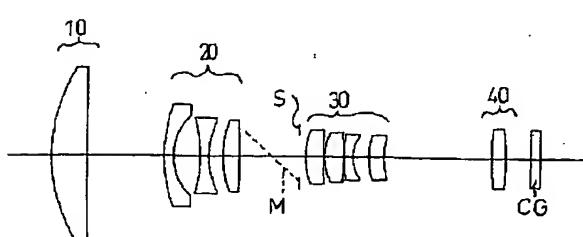
【図18】



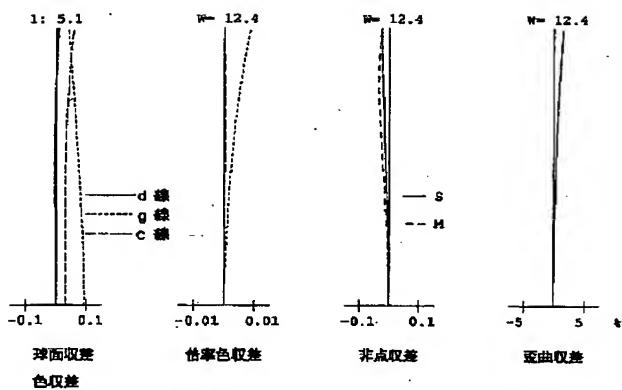
【図19】



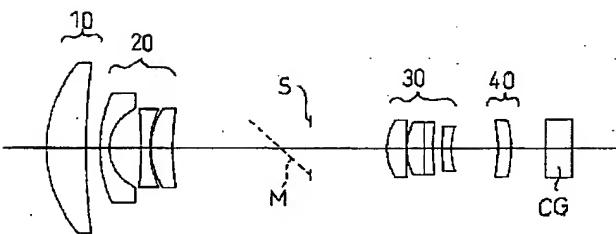
【図20】



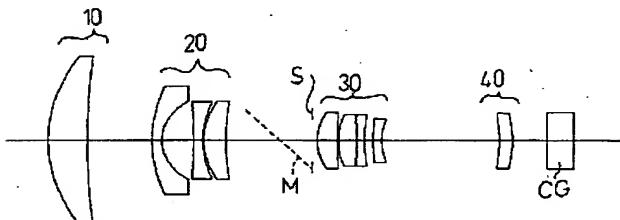
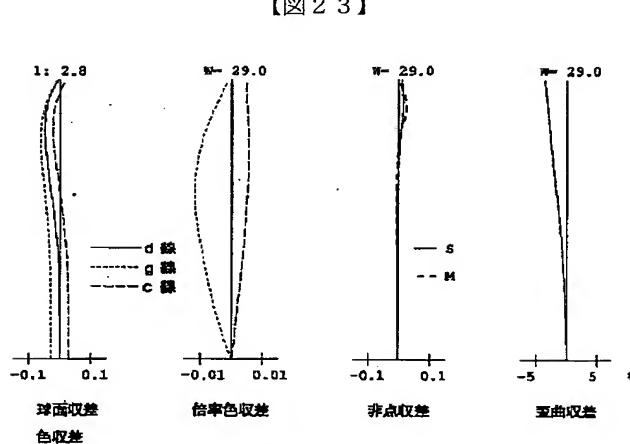
【図21】



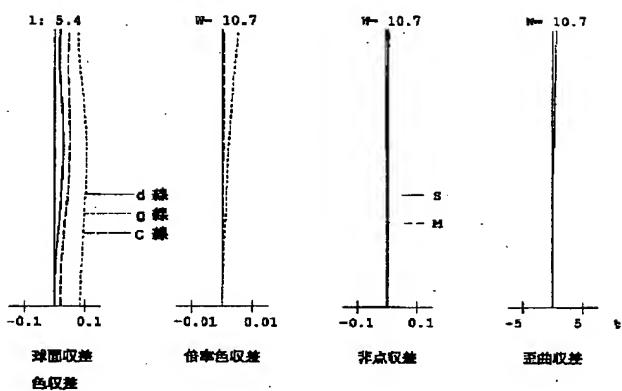
【図22】



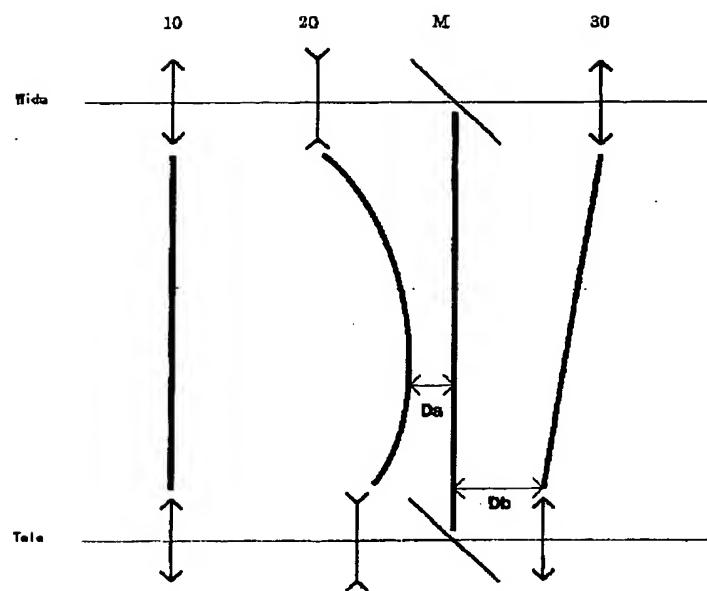
【図24】



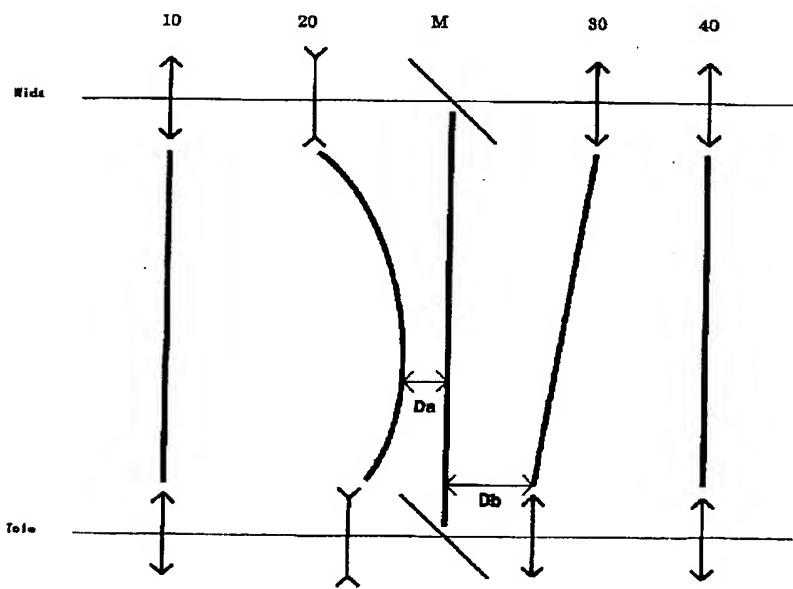
【図25】



【図26】



【図27】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA03 PA08 PA09 PA17 PA18
PB09 QA02 QA07 QA12 QA22
QA26 QA32 QA34 QA42 QA46
RA05 RA12 RA32 RA42 SA13
SA17 SA19 SA23 SA27 SA29
SA32 SA63 SA64 SB02 SB14
SB25 SB26 SB32 TA03